

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**



18 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

12 Offenlegungsschrift  
10 DE 100 55 862 A 1

51 Int. Cl. 7:  
H 04 N 5/33  
H 04 N 3/15  
H 04 N 1/19  
G 02 B 23/12

21 Aktenzeichen: 100 55 862.3  
22 Anmeldetag: 10. 11. 2000  
43 Offenlegungstag: 23. 5. 2002

DE 100 55 862 A 1

71 Anmelder:  
Zeiss Optronik GmbH, 73447 Oberkochen, DE

72 Erfinder:  
Wiedmann, Wolfgang, 73457 Essingen, DE

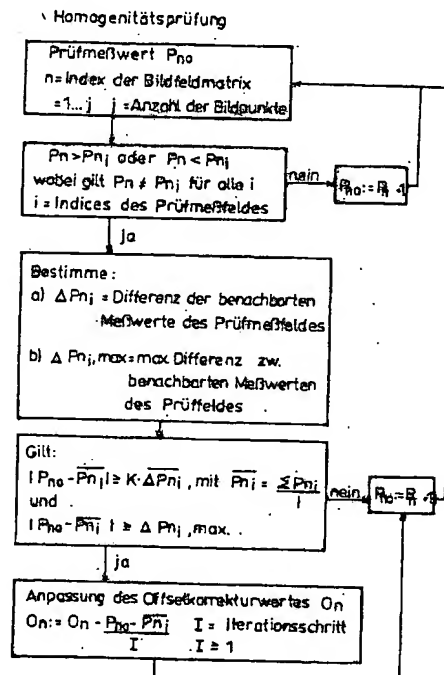
56 Entgegenhaltungen:  
DE 197 15 983 C1  
EP 06 53 882 B1  
WO 90 09 076 A1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

54 Verfahren zum Ausgleich von technologisch bedingten Inhomogenitäten in den Einzelelementen eines Detektors, der zur Bildaufnahme eingesetzt wird

57 Verfahren zur Aufnahme von Bildern insbesondere IR-Bilder mittels eines Detektors mit mehreren Sensorelementen, wobei jedem Sensorelement ein Offsetwert  $O_n$  zur Angleichung der Charakteristiken der einzelnen Sensoren zugeordnet ist. Die einzelnen Meßwerte werden jeweils nach der Offsetkorrektur einer Homogenitätsprüfung unterzogen. Bei Vorliegen von mindestens zwei der Bedingungen a) bis c) wird der Offsetwert  $O_n$  des jeweils überprüften Meßwerts, im folgenden mit Prüfmeßwert  $P_{no}$  bezeichnet, modifiziert. Diese Homogenitätsprüfung umfaßt die folgenden Schritte:  
a) Überprüfung, ob der Prüfmeßwert  $P_{no}$  ein Maximalwert des Prüfmeßfeldes darstellt,  
b) Überprüfung, ob die der Betrag der Abweichung des Prüfmeßwerts  $P_{no}$  von dem Mittelwert der Meßpunkte  $\bar{P}_n$  des Prüfmeßfeldes über ein vorbestimmtes Maß von dem Mittelwert der Differenz der Meßpunkte des Prüfmeßfeldes abweicht,  
c) Überprüfung, ob der Betrag des Prüfmeßwerts  $P_{no}$  von dem Mittelwert  $\bar{P}_n$  der Meßpunkte  $P_{ni}$  des Prüfmeßfeldes größer ist als die maximale Differenz der Meßwerte des Prüfmeßfeldes.



DE 100 55 862 A 1

[0001] Bei Bildaufnahmen mittels eines Detektors, der zur Bildaufnahme eine Mehrzahl von Sensorelementen umfaßt, tritt das Problem auf, daß die einzelnen Sensorelemente unterschiedliches Meßverhalten zeigen. Bis zu 1% der Sensorelemente weisen eine stark abweichende Meßwertcharakteristik auf.

[0002] Problematisch ist insbesondere, daß die von den Sensoren detektierten Meßwerte nicht nur zeitinvariant voneinander abweichen, sondern insbesondere auch in Abhängigkeit von der Zeit driften.

[0003] Diese zeitliche Drift der von den einzelnen Sensoren ermittelten Meßwerte kann durch Einblenden eines Referenzbildes bzw. einer Referenzwärmequelle in vorbestimmten Zeitabständen korrigiert werden. Das heißt der Detektor wird in vorbestimmten Zeitabständen neu kalibriert. Nachteilig ist jedoch, daß zum einen eine Referenzquelle bereitgestellt werden muß und zum anderen durch die Neukalibrierung jeweils eine Zeitverzögerung bei der Bildaufnahme entsteht.

[0004] Es sind bereits auch dynamische Korrekturverfahren, z. B. aus der DE 197 15 983 C1, die ohne Einblendung eines Referenzbildes bzw. einer Referenzwärmequelle auskommen, bekannt. Problematisch ist bei diesen Verfahren jedoch, daß sich die Korrekturkoeffizienten an das mittels des Detektors momentan aufgenommen Bildes anpassen und somit bei einem schnellen Wechsel des aufzunehmenden Panoramas in Erscheinung treten. Es ist dann einige Zeit erforderlich, bis sich die Korrekturkoeffizienten an das neue aufzunehmende Bild bzw. Panorama angepaßt haben. Erstrebenswert ist eine Korrektur, die unabhängig von dem momentan erfaßten Panorama ist.

[0005] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde ein einfaches selbsttätiges Korrekturverfahren zum Ausgleich von Inhomogenitäten der Einzelelemente eines Detektors bereitzustellen, wobei eine durch einen schnellen Bildwechsel bedingte Verfälschung der Aufnahme verhindert wird.

[0006] Weiterhin liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde ein Verfahren bereitzustellen, daß möglichst einfach ist und somit, akzeptable Mehrkosten nicht übersteigt.

[0007] Die Aufgabe der Erfindung wird durch das im Anspruch 1 beschriebene Verfahren gelöst.

[0008] Durch die Maßnahme die von den Einzelelementen ermittelten Meßwerte durch Heranziehen der benachbarten Meßwerte auf Homogenität zu überprüfen, wobei sowohl die Abweichung des Prüfmesswertes von dem Mittelwert der umliegenden Meßwerte, als auch die Abweichung des Prüfmesswertes im Vergleich zur maximalen Differenz zwischen den benachbarten Meßwerten des Prüfmessfeldes heranzuziehen und wobei weiterhin bei der Betrachtung zu berücksichtigen ist, ob es sich bei dem Prüfmesswert um einen Extremwert handelt.

[0009] Weitere vorteilhafte Maßnahmen sind in weiteren Unteransprüchen beschrieben.

[0010] Anhand der Fig. 1 und 2 wird das erfindungsge-  
mäßige Verfahren näher erläutert. Es zeigt:

[0011] Fig. 1 Verfahren der Bildaufnahme; und

[0012] Fig. 2 Darstellung der Homogenitätsprüfung im Flußdiagramm

[0013] Anhand von Fig. 1 wird das prinzipielle Verfahren zum Betreiben von Kamerasystemen mit Flächensensoren, auch mit FPA (focal plane array) bezeichnet, beschrieben. Insbesondere bei Kamerasystemen mit FPA für den Infrarotbereich müssen aufgrund von Inhomogenitäten der Infrarotsensoren, die sowohl zeitinvariant als auch zeitvariant sind, Korrekturen zum Ausgleich dieser Inhomogenitäten vorgenommen werden.

[0014] In erster Näherung werden die Detektorbilddaten  $P_n$  mit  $n = 1 \dots j$ , wobei  $j$  die Anzahl der Bildpunkte bzw. die Anzahl der vorliegenden Bilddaten ist, die durch die einzelnen Sensoren des Detektors detektiert worden sind, jeweils mit einem additiven Offset-Korrekturkoeffizienten  $O_n$  und mit einem multiplikativen Gain-Korrekturkoeffizienten  $G_n$ , also mit einer linearen Korrekturkurve versehen. Diese Korrekturkoeffizienten werden einmal mittels an zwei verschiedenen homogenen Referenzbilder ermittelt und berechnet und dienen als charakteristische Start- und Reset-Werte. Die so korrigierten Bilddaten  $P_n$  werden in einem Bildspeicher abgelegt. Die derart modifizierten Bilddaten  $P_n$  werden permanent während dem normalen Dauerbetrieb einem Homogenitätstest unterzogen. Durch diesen Homogenitätstest wird überprüft, ob jeweils der Meßwert  $P_{n0}$  stark von den benachbart angeordneten Bilddaten abweicht. Stellen die Bilddaten eines Bildpunktes eine Singularität im Vergleich zu den Bilddaten benachbarter Bildpunkte dar, so spricht dies dafür, daß es sich um fehlerhafte Bilddaten handelt.

[0015] Bei der lokalen Betrachtung der Bilddaten wird ein Prüfmessfeld einer vorbestimmten Größe herangezogen. Die Meßwerte des Prüfmessfeldes werden mit  $P_{ni}$  bezeichnet, wobei der Index  $i$  von 1 bis 8 läuft, wenn beispielsweise kann das Prüfmessfeld eine Größe eines  $3 \times 3$  Matrixfeldes aufweisen, wobei die zentrale Mitte ausgenommen ist, da es sich bei dem in der zentralen Mitte angeordneten Bildpunkt um den zu überprüfenden Bildpunkt  $P_{n0}$  handelt. Es kann auch vorgesehen sein, daß nur die von den in den Richtungen oben unten rechts und links angeordneten Sensoren gewonnenen Bilddaten für die Überprüfung der Homogenität des Prüfmesswertes  $P_{n0}$  herangezogen werden, dann würde der Index  $i$  nur von 1 bis 4 laufen.

[0016] Sind die Homogenitätskriterien in bezug auf das Prüfmessfeld nicht erfüllt, so wird der Offsetwert  $O_n$ , der dem Sensor zugeordnet ist, durch den der jeweilige Prüfmesswert  $P_{n0}$  detektiert wurde, modifiziert.

[0017] Anhand von Fig. 2 wird im folgenden die Homogenitätsprüfung näher beschrieben. Der Reihe nach werden die Meßwerte dem Homogenitätstest unterzogen. Der in der Prüfung befindliche Prüfmesswert wird mit  $P_{n0}$  bezeichnet, wobei  $n$  den jeweiligen Bildpunkt bzw. Sensor angibt, durch den die Bilddaten des jeweiligen Bildpunktes erzeugt worden sind. Somit erfolgt die Homogenitätsprüfung für alle Punkte  $P_{10}$  bis  $P_{1440}$ , wenn der Detektor eine  $12 \cdot 12$  Sensor-matrix umfaßt. Die Meßwerte  $P_{n0}$  werden zu Beginn der Homogenitätsprüfung aus dem Datenspeicher entnommen.

[0018] Bei der im Flußdiagramm dargestellten Homogenitätsprüfung wird zuerst überprüft, ob es sich bei dem Prüfmesswert um einen Extremwert in bezug auf das Prüfmessfeld handelt. Ist der Prüfmesswert  $P_{n0}$  größer als alle Meßwerte des Prüfmessfeldes  $P_{ni}$  oder kleiner als alle Meßwerte  $P_{ni}$  des Prüfmessfeldes, so wird mit der Homogenitätsprüfung fortgefahren. Ist diese Bedingung nicht erfüllt, so wird der nächste Meßwert  $P_{(n+1)0}$  der Bildfeldmatrix der Homogenitätsprüfung unterzogen.

[0019] Handelt es sich bei dem Prüfmesswert  $P_{n0}$  um einen Extremwert, so wird zunächst der Mittelwert der Differenzen  $\Delta P_{ni}$  von benachbarten Meßwerten  $P_{ni}$  des Prüfmessfeldes ermittelt.

$$\Delta P_{ni} = |P_{ni} - P_{n(i+1)}| \text{ für } i = 1 \text{ bis } (x-1) \text{ und mit} \\ \Delta P_{nx} = |P_{nx} - P_{n1}| \text{ für } i = x.$$

[0020] Weiterhin wird die maximale Differenz  $\Delta P_{n,max}$  zwischen benachbarten Meßpunkten  $P_{ni}$  des Prüfmessfeldes ermittelt.

[0021] Im folgenden wird verglichen, ob der Prüfmesswert

$P_{no}$  stärker von dem Mittelwert  $\overline{P_{ni}}$  der Meßwerte  $P_{ni}$  des Prüfmessfeldes abweicht, als die mittlere Differenz  $\overline{\Delta P_{ni}}$  benachbarter Meßwerte des Prüfmessfeldes multipliziert mit einem Wichtungsfaktor K, wobei sich der Mittelwert wie folgt bestimmt:

$$\overline{P_{ni}} = \frac{1}{x} \sum_{i=1}^x P_{ni}$$

[0022] Handelt es sich bei dem Prüfmessfeld beispielsweise um eine  $3 \times 3$  Matrix, so wird die mittlere Differenz  $\overline{\Delta P_{ni}}$  benachbarter Meßwerte des Prüfmessfeldes wie folgt ermittelt:

$$\begin{aligned} \Delta P_{n1} &= |P_{n1} - P_{n2}| & \Delta P_{n2} &= |P_{n2} - P_{n3}| \\ \Delta P_{n3} &= |P_{n3} - P_{n4}| & \Delta P_{n4} &= |P_{n4} - P_{n5}| \\ \Delta P_{n5} &= |P_{n5} - P_{n6}| & \Delta P_{n6} &= |P_{n6} - P_{n7}| \\ \Delta P_{n7} &= |P_{n7} - P_{n8}| & \Delta P_{n8} &= |P_{n8} - P_{n1}| \end{aligned}$$

mit dem Prüfmessfeld

$$\begin{array}{ccc} P_{n1} & P_{n2} & P_{n3} \\ P_{n8} & P_{no} & P_{n4} \\ P_{n7} & P_{n6} & P_{n5} \end{array}$$

[0023] Damit ergibt sich der Mittelwert der Differenzen der benachbarten Meßwerte:

$$\overline{\Delta P_{ni}} = \frac{1}{8} \sum_{i=1}^8 \Delta P_{ni}$$

[0024] Ist also die Differenz des Prüfmesswertes zum Mittelwert der Meßwerte des Prüfmessfeldes größer oder gleich als ein Gewichtungsfaktor K multipliziert mit der mittleren Differenz  $\overline{\Delta P_{ni}}$  benachbarter Meßwerte  $P_{ni}$  des Prüfmessfeldes und gilt weiterhin, daß der Betrag der Differenz zwischen dem Prüfmesswert  $P_{no}$  zu dem Mittelwert  $\overline{P_{ni}}$  der Meßwerte  $P_{ni}$  des Prüfmessfeldes größer als die maximal auftretende Differenz  $\Delta P_{nmax}$  benachbarter Meßwerte des Prüfmessfeldes ist, gilt also bei einem  $3 \times 3$  Prüfmessfeld  $|P_{no} - \overline{P_{ni}}| \geq k \times \overline{\Delta P_{ni}}$  mit  $i = 1-8$ , so wird der Offsetkorrekturwert  $O_n$

$$O_n := O_n - \frac{P_n - \overline{P_{ni}}}{I}$$

angepaßt, wobei I die Größe der iterativen Anpassung darstellt und  $\geq 1$  ist. Der Gewichtungsfaktor K ist vorzugsweise ein Wert zwischen 1 und 4. Werden die beiden Bedingungen nicht erfüllt, so wird mit einer Homogenitätsprüfung des nächsten Bildpunktes des Detektors der digitalen Infrarotkamera fortgefahren.

#### Patentansprüche

1. Verfahren zur Aufnahme von Bildern insbesondere IR-Bilder mittels eines Detektors mit mehreren Sensorelementen, wobei jedem Sensorelement ein Offsetwert  $O_n$  zur Angleichung der Charakteristiken der einzelnen Sensoren zugeordnet ist, wobei jeweils die einzelnen Meßwerte nach der Offsetkorrektur einer Homogenitätsprüfung unterzogen werden, wobei bei Vorliegen von mindestens zwei der folgenden Bedingung der Offsetwert  $O_n$  des jeweils überprüften Meßwertes, im folgenden mit Prüfmesswert  $P_{no}$  bezeichnet, modifiziert

wird, dabei umfaßt die Homogenitätsprüfung, bei der benachbarte Meßpunkte eines Prüfmessfeldes herangezogen werden, die folgenden Schritte:

- Überprüfung, ob der Prüfmesswert  $P_{no}$  ein Maximalwert des Prüfmessfeldes darstellt
- Überprüfung, ob die der Betrag der Abweichung des Prüfmesswert  $P_{no}$  von dem Mittelwert der Meßpunkte  $\overline{P_{ni}}$  des Prüfmessfeldes über ein vorbestimmtes Maß von dem Mittelwert der Differenz der Meßpunkte des Prüfmessfeldes abweicht
- Überprüfung, ob der Betrag des Prüfmesswert  $P_{no}$  von dem Mittelwert  $\overline{P_{ni}}$  des Meßpunkte  $P_{ni}$  des Prüfmessfeldes größer ist als die maximale Differenz der Meßwerte des Prüfmessfeldes.

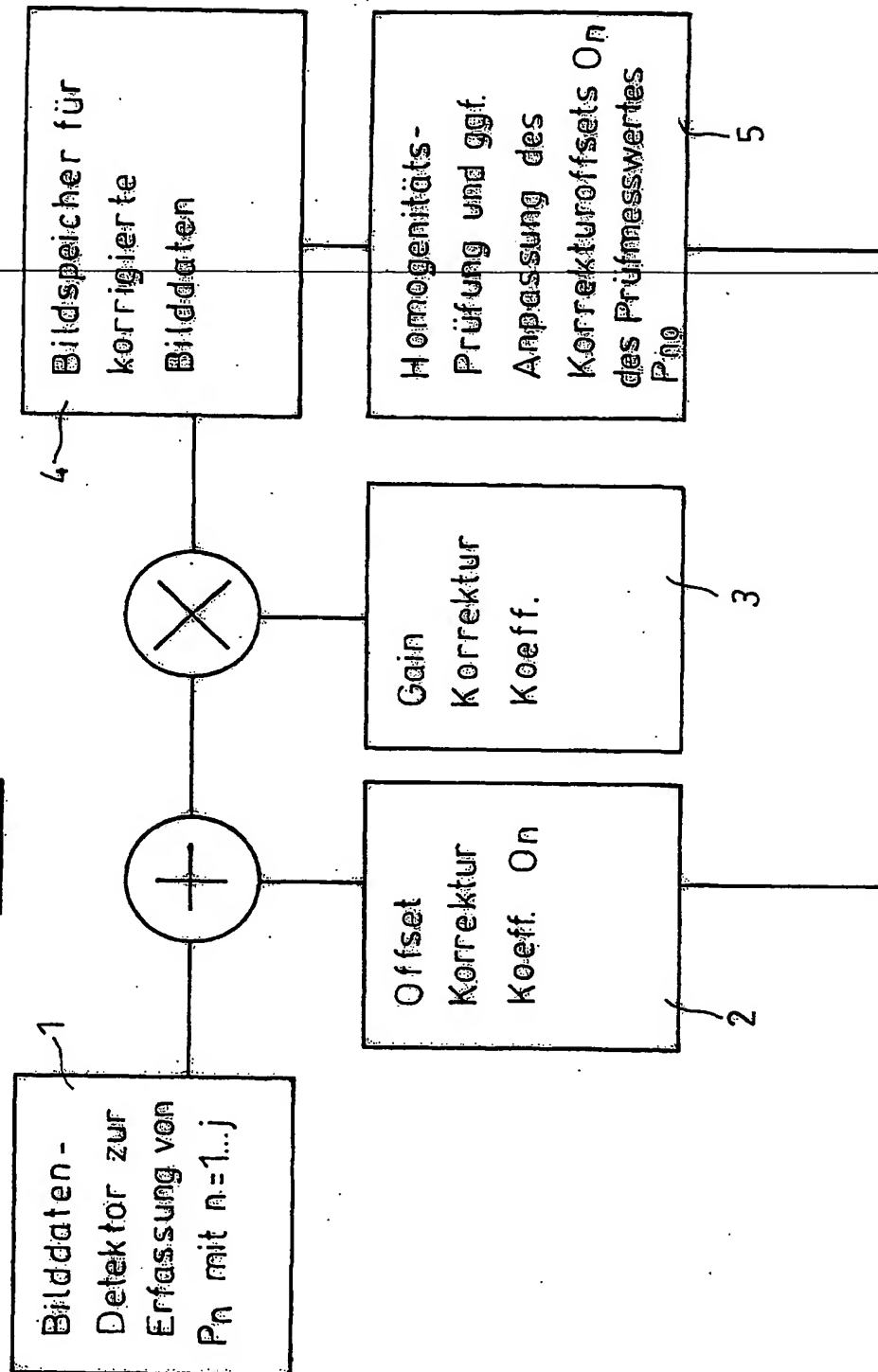
- Verfahren nach Anspruch 1 dadurch gekennzeichnet, daß das Prüfmessfeld die zum Prüfmesswert  $P_{no}$  benachbarten Meßpunkte umfaßt, wobei der Prüfmesswert  $P_{no}$  nicht Bestandteil des Prüfmessfeldes ist.
- Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß das Prüfmessfeld ein  $3 \times 3$  Matrixfeld ist.
- Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß das als Prüfmessfeld nur die vier mit kürzester Distanz zum Prüfmesspunkt  $P_{no}$  angeordnete Meßwerte umfaßt.
- Verfahren nach einem mindestens einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß den Sensoren jeweils ein multiplikativer Korrekturwert zum Ausgleich von unterschiedlichen Empfindlichkeitscharakteristiken der Sensoren zugeordnet ist.
- Verfahren nach einem mindestens einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die multiplikative Korrektur nach der Offsetkorrektur durchgeführt wird.
- Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Wichtungsfaktor K in dem Bereich von 1 bis 4 liegt.
- Verfahren nach einem mindestens einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das vorbestimmte Maß von dem Mittelwert der Differenzen zwischen den Meßpunkten des Prüfmessfeldes multipliziert mit einem Wichtungsfaktor abhängt.

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

- Leerseite -

---

**FIG. 1**



## Homogenitätsprüfung

FIG. 2